

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

APPLICANT: YOUNG HOON PARK, ET AL. )  
  )  
FOR: METHOD OF DEPOSITING ALD THIN FILMS )  
      ON WAFER                                  )

CLAIM FOR PRIORITY

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Commissioner:

Enclosed herewith is a certified copy of Korean Patent Application No. 2003-0015718 filed on March 13, 2003. The enclosed Application is directed to the invention disclosed and claimed in the above-identified application.

Applicants hereby claim the benefit of the filing date of March 13, 2003, of the Korean Patent Application No. 2003-0015718, under provisions of 35 U.S.C. 119 and the International Convention for the protection of Industrial Property.

Respectfully submitted,

CANTOR COLBURN LLP

By:



Reg. No. (See Attached)  
Cantor Colburn LLP  
55 Griffin Road South  
Bloomfield, CT 06002  
PTO Customer No. 23413  
Telephone: (860) 286-2929  
Fax: (860) 286-0115

Date: March 10, 2004



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0015718  
Application Number

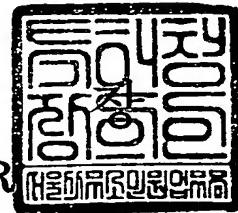
출 원 년 월 일 : 2003년 03월 13일  
Date of Application MAR 13, 2003

출 원 인 : 주식회사 아이피에스  
Applicant(s) Integrated Process Systems



2003 년 12 월 27 일

특 허 청  
COMMISSIONER



## 【서지사항】

|            |  |
|------------|--|
| 【서류명】      | 특허출원서  |
| 【권리구분】     | 특허   |
| 【수신처】      | 특허청장   |
| 【참조번호】     | 0012   |
| 【제출일자】     | 2003.03.13                                     |
| 【국제특허분류】   | H01L   |
| 【발명의 명칭】   | A L D 박막증착방법                                   |
| 【발명의 영문명칭】 | Method for depositing a ALD thin film on wafer |
| 【출원인】      |  |
| 【명칭】       | 주식회사 아이피에스                                     |
| 【출원인코드】    | 1-1998-097346-8                                |
| 【대리인】      |  |
| 【성명】       | 이영필  |
| 【대리인코드】    | 9-1998-000334-6                                |
| 【포괄위임등록번호】 | 2002-030299-1                                  |
| 【대리인】      |  |
| 【성명】       | 이해영  |
| 【대리인코드】    | 9-1999-000227-4                                |
| 【포괄위임등록번호】 | 2002-030300-4                                  |
| 【발명자】      |  |
| 【성명의 국문표기】 | 박영훈  |
| 【성명의 영문표기】 | PARK, Young Hoon                               |
| 【주민등록번호】   | 721013-1063216                                 |
| 【우편번호】     | 450-090  |
| 【주소】       | 경기도 평택시 지제동 33번지                               |
| 【국적】       | KR   |
| 【발명자】      |  |
| 【성명의 국문표기】 | 유근재  |
| 【성명의 영문표기】 | YU,Keun Jae                                    |
| 【주민등록번호】   | 721125-1388810                                 |

【우편번호】 450-090  
【주소】 경기도 평택시 지제동 33번지  
【국적】 KR  
**【발명자】**

【성명의 국문표기】 박상권  
【성명의 영문표기】 PARK,Sang Kwon  
【주민등록번호】 751205-1548023  
【우편번호】 450-090  
【주소】 경기도 평택시 지제동 33번지  
【국적】 KR  
**【발명자】**

【성명의 국문표기】 조병철  
【성명의 영문표기】 CHO,Byung Cheol  
【주민등록번호】 730728-1030323  
【우편번호】 450-090  
【주소】 경기도 평택시 지제동 33번지  
【국적】 KR  
**【발명자】**

【성명의 국문표기】 이승욱  
【성명의 영문표기】 LEE,Seoung Wook  
【주민등록번호】 700101-1079510  
【우편번호】 450-090  
【주소】 경기도 평택시 지제동 33번지  
【국적】 KR  
**【발명자】**

【성명의 국문표기】 임홍주  
【성명의 영문표기】 LIM,Hong Joo  
【주민등록번호】 680123-1029312  
【우편번호】 450-090  
【주소】 경기도 평택시 지제동 33번지  
【국적】 KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 이상규  
 【성명의 영문표기】 LEE, Sang Kyu  
 【주민등록번호】 580704-1056912  
 【우편번호】 450-090  
 【주소】 경기도 평택시 지제동 33번지  
 【국적】 KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】 배장호  
 【성명의 영문표기】 BAE, Jang Ho  
 【주민등록번호】 571109-1695929  
 【우편번호】 450-090  
 【주소】 경기도 평택시 지제동 33번지  
 【국적】 KR

## 【심사청구】

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
 이영필 (인) 대리인  
 이해영 (인)

## 【수수료】

|           |           |   |         |   |
|-----------|-----------|---|---------|---|
| 【기본출원료】   | 20        | 면 | 29,000  | 원 |
| 【가산출원료】   | 28        | 면 | 28,000  | 원 |
| 【우선권주장료】  | 0         | 건 | 0       | 원 |
| 【심사청구료】   | 24        | 항 | 877,000 | 원 |
| 【합계】      | 934,000 원 |   |         |   |
| 【감면사유】    | 중소기업      |   |         |   |
| 【감면후 수수료】 | 467,000 원 |   |         |   |

## 【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2. 중소기업기본법시행령 제2조에의한 중소기업에 해당함을 증명하는 서류\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 ALD 박막증착방법에 관한 것으로서, 웨이퍼블럭(20) 상에 기판(w)을 로딩하는 기판로딩단계(S1)와, 기판 로딩후 기판(w) 상에 ALD 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2)와, ALD 박막이 증착된 기판(w)을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩하는 기판언로딩단계(S3)와, 기판 언로딩후 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩하는 더미기판로딩단계(S4-1)와, 더미기판 로딩 후 불활성 가스 단독 내지는, 혼합된 불활성가스와 클리닝 가스를 반응용기(100)로 유입시켜 그 반응용기(100) 내부 공간의 가스 유속 및 압력을 안정화시키는 프리콘디셔닝단계(S4-2)와, 가스 유속 및 압력이 안정화된 이후 샤크헤드(40)에 RF 에너지를 인가하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 샤크헤드(40) 표면에 적층된 박막을 집중적으로 제거하는 샤크헤드클리닝단계(S4-3)와, 샤크헤드클리닝단계(S4-3) 이후 더미기판을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩시키는 더미기판언로딩단계(S4-4)와, 더미기판로딩단계(S4-1)에서 더미기판언로딩단계(S4-4) 사이의 순차적인 단계를 적어도 1 회 이상 수행하되, 새로운 더미기판을 이용하여 수행하는 반복단계(S4-5); 클리닝 완료후 반응용기(100) 내부를 불활성가스로 퍼지하는 반응용기퍼지단계(S5);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**【대표도】**

도 6

**【명세서】****【발명의 명칭】**

A L D 박막증착방법{Method for depositing a ALD thin film on wafer}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명에 따른 박막증착방법을 수행하는 박막증착장치의 제1실시예의 정면도,

도 2는 본 발명에 따른 박막증착방법을 수행하는 박막증착장치의 제2실시예의 측면도,

도 3은 본 발명에 따른 박막증착방법을 수행하는 박막증착장치의 제3실시예의 측면도,

도 4는 도 1 내지 도 3의 박막증착장치를 이용하여 수행하는 박막증착방법의 제1실시예

를 그래프로 도시한 도면,

도 5는 도 4에 있어서, 샤크헤드에 불연속적으로 RF 에너지가 인가되는 상태를 도시한  
도면,

도 6은 도 4의 박막증착단계에 있어서 샤크헤드를 클리닝하는 플로우를 중점적으로 도시  
한 도면,

도 7은 도 4의 박막증착단계에 있어서 웨이퍼블럭을 클리닝하는 플로우를 중점적으로 도  
시한 도면,

도 8은 도 7에 있어서, 웨이퍼블럭을 클리닝하는 이유를 설명하기 위한 도면,

도 9는 샤크헤드에 인가되는 RF 에너지의 변화에 따른 식각속도의 변화를 도시한  
그래프,

도 10은 클리닝가스의 압력변화에 따른 식각속도의 변화를 도시한 그래프,

도 11은 웨이퍼블럭의 온도변화에 따른 식각속도의 변화를 도시한 그래프,

도 12는 웨이퍼블럭의 온도변화에 따른 클리닝균일도의 변화를 도시한 그래프,

도 13은 클리닝가스의 압력변화에 따른 클리닝균일도의 변화를 도시한 그래프,

도 14는 도 9에서 도 13 까지 설명된 식각속도 및 식각 균일도를 하나로 정리한 표,

도 15는 도 1 내지 도 3의 박막증착장치를 이용하여 수행하는 박막증착방법의 제2실시예를 그래프로 도시한 도면,

도 16은 도 1 내지 도 3의 박막증착장치를 이용하여 수행하는 박막증착방법의 제3실시예를 그래프로 도시한 도면,

도 17은 도 16 의 박막증착단계에 있어서 샤큐헤드 및 웨이퍼블럭을 클리닝하는 플로우를 도시한 도면,

도 18은 도 1 내지 도 3의 박막증착장치를 이용하여 수행하는 박막증착방법의 제4실시예를 도시한 도면.

<도면의 주요부분에 대한 부호 설명>

10 ... 챔버 20 ... 웨이퍼블럭

21, 22 ... 제1,2분사홀 25, 25 ... 절연부재

30 ... 탑리드 33 ... 가스커튼홀

40 ... 샤큐헤드 50, 60 ... RF 에너지공급부

P1, P2, P3 ... 제1,2,3연결라인

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

- <25> 본 발명은 박막증착공정을 보다 효과적으로 수행할 수 있는 ALD 박막증착방법에 관한 것이다.
- <26> 최근 반도체 업계는 반도체 칩의 생산성을 향상시키기 위하여 기판의 대구경화, 회로선 폭의 초미세화를 더욱 경쟁적으로 추구하고 있으며, 더 나아가 기판에 증착되는 박막의 우수성 뿐만 아니라 박막증착장치가 차지하는 면적인 풋 프린트(Footprint), 박막증착장치의 가격, 설비 가동률, 유지비 그리고 시간당 기판 처리 매수 등 여러가지가 종합 검토되고 있다. 상기 한 측면들을 종합하여 간단히 나타내는 지표 중 하나가 바로 CoO(Cost of Ownership)이며, 상기 CoO 비용을 낮추는 것은 생산성을 향상시키는데 매우 중요한 요소이다.
- <27> 상기한 CoO 비용을 낮추기 위한 중요한 기술 중 하나가 드라이 클리닝 기술이다. 드라이 클리닝이란, 박막증착을 진행하는 과정에서 반응용기 내부에 증착된 부산물을 제거하는 기술이며, 반응용기를 열지 않고 수행하는 드라이 클리닝의 효과적인 수행 여부가 CoO 비용을 줄이기 위한 중요한 지표이다. 따라서, 반도체 업계에서는 보다 효과적인 드라이 클리닝을 수행하기 위한 다양한 연구를 진행하고 있다.
- 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】
- <28> 본 발명은 상기와 같은 추세를 반영하기 위하여 안출된 것으로서, 보다 효과적인 드라이 클리닝 방법을 포함하는 박막증착방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

## 【발명의 구성 및 작용】

- <29> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 따른 ALD 박막증착방법의 일 실시예는,
- <30> 챔버(10) 내부에 위치되어 로딩된 기판(w)을 소정온도로 가열하는 웨이퍼블럭(20), 상기 챔버(10)를 덮어 밀봉하는 탑리드(30) 및 상기 탑리드(30)의 하부에 그 탑리드(30)와 절연되게 결합된 것으로서 상기 기판(w)들로 각각 제1반응가스와 제2반응가스를 분사하는 제1,2분사 홀(21)(22)들이 형성된 샤큐헤드(40)를 가지는 반응용기(100)와; 상기 샤큐헤드(40) 또는 상기 샤큐헤드(40) 및 상기 웨이퍼블럭(20)으로 RF 에너지를 인가하는 적어도 하나 이상의 RF 에너지공급부(50)(60);를 포함하는 박막증착장치를 이용하는 것으로서,
- <31> 상기 웨이퍼블럭(20) 상에 기판(w)을 로딩하는 기판로딩단계(S1); 상기 기판 로딩후 상기 기판(w) 상에 ALD 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2); 상기 ALD 박막이 증착된 기판(w)을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩하는 기판언로딩단계(S3); 상기 기판 언로딩후 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩하는 더미기판로딩단계(S4-1); 상기 더미기판 로딩후 불활성 가스 단독 내지는, 혼합된 불활성가스와 클리닝 가스를 상기 반응용기(100)로 유입시켜 그 반응용기(100) 내부 공간의 가스 유속 및 압력을 안정화시키는 프리콘디셔닝단계(S4-2); 상기 가스 유속 및 압력이 안정화된 이후 상기 샤큐헤드(40)에 RF 에너지를 인가하여 클리닝가스를 활성화 시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 상기 샤큐헤드(40) 표면에 적층된 박막을 집중적으로 제거하는 샤큐헤드클리닝단계(S4-3); 상기 샤큐헤드클리닝단계(S4-3) 이후 상기 더미기판을 상기 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩시키는 더미기판언로딩단계(S4-4); 상기 더미기판로딩단계(S4-1)에서 더미기판언로딩단계(S4-4) 사이의 순차적인 단계를 적어도 1회 이상 수행하되, 새

로운 더미기판을 이용하여 수행하는 반복단계(S4-5); 클리닝 완료후 상기 반응용기(100) 내부를 불활성가스로 퍼지하는 반응용기퍼지단계(S5);를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<32> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 ALD 박막증착방법의 다른 실시예는,

<33> 챔버(10) 내부에 위치되어 로딩된 기판(w)을 소정온도로 가열하는 웨이퍼블럭(20), 상기 챔버(10)를 덮어 밀봉하는 탑리드(30), 상기 탑리드(30)의 하부에 그 탑리드(30)와 절연되게 결합된 것으로서 상기 기판(w)들로 각각 제1반응가스와 제2반응가스를 분사하는 제1,2분사홀(21)(22)들이 형성된 샤큐헤드(40)를 가지는 반응용기(100)와; 상기 샤큐헤드(40) 또는 상기 샤큐헤드(40) 및 상기 웨이퍼블럭(20)으로 RF 에너지를 인가하는 적어도 하나 이상의 RF 에너지공급부(50)(60);를 포함하는 박막증착장치를 이용하는 것으로서,

<34> 상기 웨이퍼블럭(20) 상에 기판(w)을 로딩하는 기판로딩단계(S1); 상기 기판 로딩후 상기 기판(w) 상에 ALD 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2); 상기 ALD 박막이 증착된 기판(w)을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩하는 기판언로딩단계(S3); 상기 기판 언로딩후 상기 웨이퍼블럭(20)의 온도를 박막증착시보다 낮은 임의의 온도로 하강하는 온도하강단계(S3.5); 임의의 온도로 하강된 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩하는 더미기판로딩단계(S4-1); 상기 더미기판 로딩후 불활성 가스 단독 내지는, 혼합된 불활성가스와 클리닝 가스를 상기 반응용기(100)로 유입시켜 그 반응용기(100) 내부 공간의 가스 유속 및 압력을 안정화시키는 프리콘디셔닝단계(S4-2); 상기 가스 유속 및 압력이 안정화된 이후 상기 샤큐헤드(40)에 RF 에너지를 인가하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 상기 샤큐헤드(40) 표면에 적층된 박막을 집중적으로 제거하는 샤큐헤드클리닝단계(S4-3); 상기 샤큐헤드클리닝단계(S4-3) 이후 상기 더미기판을 상기 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩시키는 더미기판언로딩단계

(S4-4); 상기 더미기판로딩단계(S4-1)에서 더미기판언로딩단계(S4-4) 사이의 순차적인 단계를 적어도 1회 이상 수행하되, 새로운 더미기판을 이용하여 수행하는 반복단계(S4-5); 클리닝 완료후 상기 반응용기(100) 내부를 불활성가스로 퍼지하면서 상기 웨이퍼블럭(20)의 온도를 박막 증착시의 온도로 상승시키는 온도상승 및 반응용기피지단계(S5')를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<35> 본 발명에 있어서, 상기 탑리드(30) 또는 상기 샤워헤드(40)의 측부에는 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스를 분사하는 다수의 가스커튼홀(33)이 형성되어 있고, 상기 ALD 박막증착단계(S2)는, 상기 가스커튼홀(33)로 불활성가스가 분사되어 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스커튼이 형성되는 동안 수행되는 것이 바람직하다.

<36> 본 발명에 있어서, 상기 탑리드(30) 또는 상기 샤워헤드(40)의 측부에는 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스를 분사하는 다수의 가스커튼홀(33)이 형성되어 있고, 상기 샤워헤드클리닝단계(S4-3)는, 상기 제1분사홀(21), 제2분사홀(22), 상기 가스커튼홀(33) 중 어느 하나로 드라이 클리닝 가스가 분사되고 나머지 홀들로 불활성가스가 분사되는 상태에서 수행되는 것이 바람직하다.

<37> 본 발명에 있어서, 상기 샤워헤드클리닝단계(S4-3)에 있어, 상기 샤워헤드(40)의 온도가 과도하게 올라가지 않도록, 상기 샤워헤드(40)로 인가되는 RF 에너지를 불연속적으로 나누어 인가할 수도 있다.

<38> 본 발명에 있어서, 상기 샤워헤드를 클리닝하는 동안에 또는 샤워헤드를 클리닝한 이후에 수행되는 것으로서, 상기 웨이퍼블럭(20)에 RF 에너지를 인가하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 상기 웨이퍼블럭(20) 표면에 적층된 박막을 집중적으로 클리닝하는 웨이퍼블럭클리닝단계(S4'-3)를 더 포함한다. 이때, 상기

웨이퍼블럭클리닝단계(S4'-3)가 상기 샤큐헤드를 클리닝 한 이후에 수행되는 경우, 상기 웨이퍼블럭(20) 상에 새로운 더미기판이 안착된 후 실시된다.

<39> 본 발명에 있어서, 상기 샤큐헤드 및/또는 웨이퍼블럭이 클리닝되는 과정에서 발생된 부산물을 반응용기(100) 내표면에 고착시키는 프리코팅단계(S6)를 더 포함하며, 상기 프리코팅단계(S6)는 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판이 없는 상태에서 수행되는 제1프리코팅단계와 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩시킨 상태에서 수행되는 제2프리코팅단계로 구성된다.

<40> 이하, 본 발명에 따른 ALD 박막증착방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

<41> 도 1은 본 발명에 따른 박막증착방법을 수행하는 박막증착장치의 제1실시예의 정면도이고, 도 2는 본 발명에 따른 박막증착방법을 수행하는 박막증착장치의 제2실시예의 측면도이며, 도 3은 본 발명에 따른 박막증착방법을 수행하는 박막증착장치의 제3실시예의 측면도이다.

<42> 도시된 바와 같이, 박막증착장치는, 챔버(10) 내부에 위치되어 안착된 기판(w)을 소정온도로 가열하는 웨이퍼블럭(20)과, 챔버(10)를 덮어 밀봉하는 탑리드(30)와, 탑리드(30)의 하부에 그 탑리드(30)와 절연되게 결합된 것으로서 기판(w) 상으로 제1반응가스와 제2반응가스를 각각 분사하는 샤큐헤드(40)를 포함하는 반응용기(100)를 가진다. 이때, 샤큐헤드의 저면에는 기판(w)과 평행한 분사면이 형성되어 있으며, 그 분사면에는 상기한 제1반응가스와 제2반응가스를 분사하기 위한 다수개의 제1,2분사홀(21)(22)들이 상호 만나지 않게 형성되어 있다. 여기서, 샤큐헤드(40)는 탑리드(30)와 절연체(45)에 의하여 절연되어 있고, 웨이퍼블럭(20)은 챔버(1)와 절연체(25)로 절연되어 있다.

<43> 본 발명의 박막증착방법을 수행함에 있어서, RF 에너지를 인가하는 방식에

따라 다양한 방식의 반응용기가 가능하다. 예를 들면, 도 1 에는 두 개의 RF 에너지공급부(50)(60) 각각에 의하여 샤워헤드(40)와 웨이퍼블럭(20) 각각에 RF 에너지를 인가할 수 있는 박막증착장치가 도시되어 있다. 도 2 에는 하나의 RF 에너지공급부(50)가 샤워헤드(40)와 웨이퍼블럭(20)에 동시에 RF 에너지를 인가할 수 있는 박막증착장치가 도시되어 있다. 도 3 에는 하나의 RF 에너지공급부(50)가 샤워헤드(40)와 웨이퍼블럭(20) 중 어느 하나에 RF 에너지를 인가할 수 있는 박막증착장치가 도시되어 있다.

<44> 이와 같이, RF 에너지공급부가 샤워헤드(40) 및/또는 웨이퍼블럭(20)과 연결되는 방식에 따라 다양한 박막증착장치가 구현될 수 있고, 샤워헤드(40) 단독으로, 또는 샤워헤드(40)와 웨이퍼블럭(20) 모두에 RF 에너지를 인가할 수 있다.

<45> 탑리드(30)에는 웨이퍼블럭(20)의 외주측, 즉 반응용기(100) 내측벽으로 제3연결라인(P3)을 통하여 유입되는 불활성가스를 분사하여 불활성 가스커튼을 형성하는 다수의 가스커튼홀(33)이 형성되어 있다. 이 가스커튼홀(33)로는 클리닝시, 클리닝가스가 분사될 수도 있다. 본 실시예에서, 가스커튼홀(33)을 탑리드(30)에 형성되었으나 이는 일 실시예에 불과하고, 샤워헤드(40)의 측부에 형성될 수도 있다.

<46> 샤워헤드(40)의 바닥에는 제1연결라인(P1)과 제2연결라인(P2)을 통하여 교호적으로 유입되는 제1,2반응가스를 웨이퍼블럭(20)의 상부로 분사하는 다수개의 제1,2분사홀(21)(22)이 형성되어 있다. 이러한 제1,2분사홀(21)(22)은 샤워헤드(40) 내부에서 만나지 않도록 되어 있다.

<47> 이러한 박막증착장치를 이용한 박막증착방법의 제1실시예를 설명하면 다음과 같다.

- <48> 도 4는 도 1 내지 도 3의 박막증착장치를 이용하여 수행하는 박막증착방법의 제1실시예를 그래프로 도시한 도면이고, 도 5는 도 4에 있어서, 샤큐헤드에 불연속적으로 RF 에너지가 인가되는 상태를 도시한 도면이며, 도 6은 도 4의 박막증착단계에 있어서 샤큐헤드를 클리닝하는 플로우를 중점적으로 도시한 도면이다. 또, 도 7은 도 4의 박막증착단계에 있어서 웨이퍼블럭을 클리닝하는 플로우를 중점적으로 도시한 도면이고, 도 8은 도 7에 있어서, 웨이퍼블럭을 클리닝하는 이유를 설명하기 위한 도면이다.
- <49> 본원의 박막증착방법의 제1실시예는, 웨이퍼블럭(20) 상에 기판( $w$ )을 로딩하는 기판로딩단계(S1)와, 기판로딩 후 기판( $w$ ) 상에 ALD 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2)와, ALD 박막이 증착된 기판( $w$ )을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩하는 기판언로딩단계(S3)와, 반응용기(100) 내부에 클리닝가스를 주입하여 샤큐헤드(40) 및/또는 웨이퍼블럭(20)을 드라이클리닝시키는 드라이클리닝단계(S4, S4')와, 클리닝 완료후 반응용기(100) 내부를 불활성가스로 퍼지하는 반응용기퍼지단계(S5)와, 클리닝 부산물로 반응용기(100) 내표면에 남아있는 파티클을 그 반응용기(100) 내표면에 고착시키는 프리코팅단계(S6)를 포함한다.
- <50> 기판상에 박막이 증착되는 단계(S1, S2, S3)는 도 4에 도시된 바와 같이,  $a-e_0$  구간과  $g$  구간 이후에서 이루어진다. 이 구간에서 제1,2분사홀(21)(22)을 통하여 제1반응가스와 제2반응가스가 웨이퍼블럭(20) 상의 기판( $w$ )으로 교호적으로 분사되고 기판( $w$ )에 ALD 박막이 증착된다. 도면에서, #1, #2, #3, #4는 박막증착이 반복되는 회수의 일 예를 의미하며, 그 회수는 증착되는 기판의 수에 따라서 달라질 수 있다. 이때, 반응용기(100) 내부의 공정온도는 예를 들어  $\text{Al}_2\text{O}_3$  박막을 증착할 경우에  $470^{\circ}\text{C}$ 로 설정하였으며 기판이 가열되는 온도는  $450^{\circ}\text{C}$ 가 된다. ALD 박막이 증착된 최종기판은 드라이클리닝단계가 수행되기 바로 직전에 웨이퍼블럭(20)으로부터 언로딩되어 반응용기(100) 외부로 빠져나간다.

<51> 한편, 박막증착이 진행되는 동안에, 탑리드(30) 또는 샤큐헤드(40)의 측부에 형성된 가스커튼홀(33)을 통하여 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스를 분사하여 가스커튼을 형성하는 것이 바람직하다. 이는 제1,2반응가스가 반응용기(100) 내측벽에 접촉되는 것을 줄임으로써 그 반응용기(100) 내측벽에 박막이 증착되는 것을 최소화한다.

<52> 상기한 단계를 통하여 기판(w)에 증착되는 ALD 박막은, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>로 이루어지는 군들중 어느 하나인 것이 바람직하다.

<53> 드라이클리닝단계는, e<sub>0</sub>-e<sub>3</sub> 구간에서 수행되는 것으로서 샤큐헤드(40)에 증착(또는 퇴적)된 박막을 집중적으로 클리닝하는 단계(S4)와, e<sub>3</sub>-f<sub>0</sub> 구간에서 수행되는 것으로서 웨이퍼블럭(20)의 가장자리 부분에 증착(또는 퇴적)된 박막을 집중적으로 클리닝하는 단계(S4')로 구성된다.

<54> 먼저, 샤큐헤드에 퇴적된 박막을 제거하는 단계(S4)는, 최종적으로 ALD 박막이 증착된 기판을 웨이퍼블럭(20)상에서 언로딩한 후 새로운 더미기판을 로딩하는 더미기판로딩단계(S4-1)와, 더미기판 로딩후 반응용기(100) 내부 공간의 가스 유속 및 압력을 안정화시키는 프리콘디셔닝단계(S4-2)와, 가스 유속 및 압력이 안정화된 이후 샤큐헤드(40)에 RF 에너지를 인가함으로써 반응용기(100)내의 공간에 플라즈마를 형성하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 반응용기(100) 내부중 샤큐헤드(40) 표면에 증착된 박막을 집중적으로 제거하는 샤큐헤드클리닝단계(S4-3)와, 샤큐헤드클리닝단계(S4-3) 이후 더미기판을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩시켜 제거하는 더미기판언로딩단계(S4-4)와, 더미기판로딩단계(S4-1)에서 더미기판언로딩단계(S4-4) 사이의 순차적인 단계를 적어도 1회 이상 수행하되 새로운 더미기판을 이용하여 수행하는 반복단계(S4-5)를 포함한다. 본 실시예에서는 더미기판로딩단계(S3-1)에서 더미기판언로딩단계(S3-4) 사이의 순차적인 단계를 3회 반복하였다. 이러한

일련의 단계 이후에 최종의 더미기판을 언로딩 한 후 반응용기(100) 내부를 불활성가스로 퍼지 한다.

<55> 더미기판로딩단계(S4-1)는, 웨이퍼블럭(20) 상에 패턴이 형성되지 않은 더미기판을 안착시키는 단계이다. 드라이클리닝은, 반응용기(100) 내에 형성된 다이렉트 플라즈마(direct plasma)에 의하여 활성화된 클리닝가스가 충돌하면서 이루어지기 때문에, 웨이퍼블럭(20) 표면이 손상될 수 있다. 더 나아가 샤크헤드(40)로부터 스퍼터링되어 분리된 박막 파티클이 웨이퍼블럭(20) 표면에 재증착될 수 있다. 따라서, 웨이퍼블럭(20)의 손상이나 클리닝된 박막이 재증착되는 것을 방지하기 위하여, 웨이퍼블럭(20) 상에 더미(Dummy) 기판을 로딩시키는 더미기판로딩단계(S4-1)를 수행하는 것이다.

<56> 프리콘디셔닝단계(S4-2)는, 더미기판의 로딩후 불활성가스 또는 클리닝가스와 불활성가스의 혼합가스를 반응용기로 흘려 반응용기(100) 내부 공간의 가스 유속 및 압력을 안정화시키는 단계이다. 여기서, 클리닝하여 제거하고자 하는 박막이 산화알루미늄( $Al_2O_3$ ), 하프늄옥사이드( $HfO_2$ ), 지르코늄옥사이드( $ZrO_2$ )와 같이 일반적인 열적 드라이클리닝 방법으로 클리닝되지 않는 박막일 때 사용되는 클리닝 가스는  $BCl_3$  이고, 불활성가스론  $Ar$ ,  $N_2$  를 사용한다. 이때,  $BCl_3$  의 유량은 5sccm 이상 1000sccm 로 하며, 불활성 가스의 총 유량은 5sccm 이상 1000sccm 으로 한다. 그리고 반응용기(100) 내부 압력은 2 Torr 이하로 유지된다. (클레임 6)

<57> 샤크헤드클리닝단계(S4-3)는, 프리콘디셔닝단계(S4-2) 이후, 즉 가스 유속과 압력이 일정하게 유지되도록 한 상태에서 샤크헤드(40)에 RF 에너지를 인가하는 단계이다. 이때, 사용되는 RF 에너지는 13.56MHz 의 전원을 사용하며, RF 에너지가 인가됨에 따라 반응용기(100) 내의 공간에 플라즈마가 형성된다. 플라즈마에 의하여 활성화된 클리닝 가스입자는 샤크헤드(40)에 충돌하면서 샤크헤드(40) 상에 증착된 박막을 분리시킨다.

- <58> 반응용기(100) 내에서 박막이 가장 많이 증착된 부분은 샤워헤드(40)이며 따라서 드라이 클리닝주기를 결정짓는 가장 중요한 부분이 된다. 따라서 성공적인 드라이클리닝의 여부는 샤워헤드(40)를 얼마나 깨끗이 클리닝하는가에 상당히 좌우된다.
- <59> 샤워헤드를 클리닝함에 있어서, 샤워헤드(40) 표면에 퇴적된 박막의 식각속도(Etch rate)를 좌우하는 가장 큰 요소는 샤워헤드(40)로 인가되는 RF 에너지의 파워(Power)가 되며, 다음으로 드라이 클리닝 가스 및 불활성 가스의 조합비나, 드라이 클리닝을 수행하는 클리닝가스의 압력(Pressure)이 된다. 샤워헤드(40)에 인가되는 RF 에너지를 300W 이상 4500W 이하로 하는 것이 바람직하고, 본 실시예에서는 1500W 로 하였다.
- <60> 한편, 샤워헤드(40)를 클리닝하는 과정에서, 샤워헤드에 충돌되는 활성화된 클리닝가스 입자 및 불활성가스입자에 의하여 샤워헤드(40)의 온도가 과도하게 올라갈 수 있다. 이를 방지하기 위하여, 도 5에 도시된 바와 같이, 샤워헤드(40)로 인가되는 RF 에너지를 불연속적으로 나눌 수 있다. 즉, RF 에너지를 on 및 off 시킴으로써 수회로 나누어 인가할 수 있다.
- <61> 이와 같이 샤워헤드(40)를 클리닝하는 과정은 제1분사홀(21), 제2분사홀(22), 가스커튼홀(33) 중 어느 하나로 드라이 클리닝 가스가 분사되고 나머지 홀들로 불활성가스가 분사되는 동안 수행되는 것이 바람직하다.
- <62> 한편, 드라이클리닝가스를 가스커튼홀(33)을 통하여 분사하는 경우, 클리닝효율이 다소 떨어지더라도 드라이클리닝 완료후 증착되는 박막의 메탈 오염도를 최소화할 수 있다. 그러나, 제1분사홀 내지는 제2분사홀로 클리닝가스를 흘리는 경우, 예를 들어 BC1<sub>3</sub> 의 B 원소가 제1,2 분사홀 또는 가스라인 내부에 존재함으로써 이를 퍼지하는 시간이 길어질 뿐만 아니라, 궁극적으로 증착되는 박막의 메탈 오염도가 높아질 수 있다.

<63> 더미기판언로딩단계(S4-4)는, 상기와 같이 샤큐헤드(40)를 클리닝하는 과정에서 클리닝 조건에 따라 그 샤큐헤드(40)로부터 분리된 박막이 퇴적된 더미기판을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩시켜 제거하는 단계이다.

<64> 반복단계(S4-5)는, 만족할 만큼의 클리닝이 이루어질 수 있도록 더미기판로딩단계(S4-1)에서 더미기판언로딩단계(S4-4) 사이의 순차적인 단계를 적어도 2회 이상 수행하는 단계이다. 각각의 반복단계(S4-5)를 수행함에 있어서 충분한 퍼지가 되어야 하며, 각각의 단계는 새로운 더미기판으로 바꾸면서 수행하여야 한다.

<65> 다음, 경우에 따라서, 샤큐헤드를 클리닝하는 동안에 또는 샤큐헤드를 클리닝한 이후에 웨이퍼블럭(20)을 클리닝하는 단계(S4')를 수행한다. 이러한 단계(S4')는 샤큐헤드(40)를 클리닝하는 단계(S4)와 유사하다. 즉, 반복단계(S4-5) 이후 웨이퍼블럭(20) 상에 새로운 더미기판을 로딩하는 더미기판로딩단계(S4'-1)와, 반응용기(100) 내부로 불활성 가스 단독 내지는 혼합된 불활성가스와 클리닝 가스를 유입시켜 그 반응용기(100) 내부 공간의 가스 유속 및 압력을 안정화시키는 프리콘디셔닝단계(S4'-2)와, 웨이퍼블럭(20)에 RF 에너지를 인가하여 반응용기(100) 내의 공간에 플라즈마를 형성하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 웨이퍼블럭(20)을 집중적으로 클리닝하는 웨이퍼블럭리닝단계(S4'-3)와, 더미기판을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩시켜 제거하는 더미기판언로딩단계(S4'-4)와, 새로운 더미기판으로 더미기판로딩단계(S4'-1)에서 더미기판언로딩단계(S4-4) 사이의 순차적인 단계를 적어도 1회 이상 반복하는 반복단계(S4'-5)를 포함한다.

<66> 웨이퍼블럭(20)을 클리닝하는 이유는 다음과 같다.

<67> 제1,2반응가스에 의하여 웨이퍼블럭(20)에 로딩되는 기판에 ALD 막막이 증착되는데, 이 과정에서도 도 8에 도시된 바와 같이, 웨이퍼블럭(20)의 가장자리(P), 즉 기판(w)의 외주측 상

에도 박막이 퇴적(또는 증착)된다. 웨이퍼블럭(20)의 가장자리에 증착된 박막이 두꺼워질 경우에, 박막의 필링(Peeling)이 일어날 소지가 커진다. 따라서 필링이 일어나기 전에 박막을 제거하기 위하여 웨이퍼블럭클리닝단계(S3-4)를 추가로 실시하는 것이다. 웨이퍼블럭클리닝단계(S4')에 있어, 웨이퍼블럭(20)상에 150W 이상 2000W 이하가 인가된다.

<68> 도 14는 도 9에서 도 13 까지 설명된 식각속도 및 식각 균일도를 하나의 표로서 정리한 것이다. 도 14를 참조하였을 때, 반응용기(100)로 BC<sub>13</sub> 70 sccm 및 Ar 30 sccm을 흘리고, 반응용기 압력을 183mTorr로 유지한 상태에서 샤큐브헤드(40)에 1.5 Kw를 인가하면 샤큐브헤드(40)에 증착된 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막을 분당 800Å 정도로 클리닝할 수 있다. 상기 조건에서 웨이퍼블럭(20) 표면에도 클리닝이 진행되는데 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 가 증착된 기판을 올려놓고 측정한 결과 분당 200Å 이하로 식각이 되었다. 이러한 차이는 샤큐브헤드(40)에 RF 에너지를 인가하는 것이기 때문에 샤큐브헤드(40)에서와 웨이퍼블록(20) 표면상에서의 식각속도는 다소 큰 차이가 난다.

<69> 실상 웨이퍼블럭(20)에서는 식각과 재증착이 동시에 이루어지거나 조건에 따라 식각률이 더 높으면 클리닝되고, 재증착률이 높으면 샤큐브헤드에서 스퍼터링된 박막이 웨이퍼블럭 전체표면에 코팅된다. 따라서 드라이 클리닝 주기를 짧게 한다면 생산성은 다소 떨어지더라도 상기 조건만으로 웨이퍼블럭클리닝단계(S4')를 생략할 수 있다.

<70> 샤큐브헤드(40)의 식각속도가 RF 에너지의 변화나, 클리닝시의 압력변화나 웨이퍼블럭의 온도변화에 의하여 변화됨을 설명하면 다음과 같다. 여기서, 식각속도는 1 분당 몇 옹스트롱(Å)이 식각되었는가로 나타내며, 식각된 정도는 샤큐브헤드(40) 바닥면 중 탑(top), 센터(center), 바텀(bottom), 레프트(left), 라이트(right) 5 포인트에서 측정된 값의 평균값으로 알 수 있다.

<71> 도 9 를 참조하면, 샤큐헤드(40)에 인가되는 RF 에너지가 1000 W 에서 1500W 로 증가됨에 따라 증착된 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막의 식각속도가 510 Å/min 에서 734 Å/min 으로 증가됨을 알 수 있다.

<72> 도 10 을 참조하면, 드라이 클리닝이 진행되는 동안 압력이 152 mTorr 에서 185 mTorr 가 증가함에 따라, 온도가 42 °C 일 때 921 Å/min 에서 734 Å/min 로 낮아지고, 온도가 300 °C 일 때 891 Å/min 에서 795 Å/min 로 낮아짐을 확인할 수 있다.

<73> 도 11 을 참조하면, 웨이퍼블럭의 온도가 약 40 °C 에서 300 °C 로 증가함에 따라, 드라이 클리닝이 진행되는 동안의 압력이 153 mTorr 일 때 921 Å/min 에서 891 Å/min 로 낮아지고, 183 mTorr 일 때 734 Å/min 에서 795 Å/min 로 높아짐을 알 수 있다. 여기서, 식각속도는 드라이클리닝시의 압력과 웨이퍼블럭의 온도와 직접적으로 비례하지 않음을 알 수 있고, 따라서 웨이퍼블럭(20)의 온도 변화는 샤큐헤드의 클리닝속도를 크게 좌우하는 인자가 아님을 알 수 있다.

<74> 샤큐헤드(40)에 증착된 박막의 식각 균일도가 웨이퍼블럭의 온도변화나, 클리닝시의 압력변화에 의하여 변화됨을 설명하면 다음과 같다. 여기서, 식각 균일도를 % 로 도시하고 있는데, 이는 샤큐헤드의 원형 바닥면의 동, 서, 남, 북 가장자리 및 정 중심에서 측정된 값의 평균값 등으로 계산된다. 이러한 균일도(평균값)를 나타내는 계산법은  $100 \times (\text{최대값} - \text{최소값}) / (2 \times \text{평균값}) (\%)$  이다.

<75> 도 12를 참조하면, 웨이퍼블럭(20)의 온도가 약 40 °C 에서 300 °C 로 증가함에 따라, 드라이 클리닝이 진행되는 동안의 압력이 153 mTorr 일 때 24.7 % 에서 8 % 로 낮아지고, 183 mTorr 일 때 15.5 % 에서 9.6 % 로 낮아짐을 알 수 있다.

- <76> 도 13을 참조하면, 드라이 클리닝이 진행되는 동안 압력이 153 mTorr에서 183 mTorr로 증가함에 따라, 온도가 42 °C 일 때 24.7%에서 15.5%로 낮아지고, 온도가 300 °C 일 때 8%에서 9.6%로 높아짐을 알 수 있다. 도 13에서는 웨이퍼블럭(20)의 온도가 더 높을 때 클리닝 압력이 변화하더라도 균일도에 큰 변화가 없고 10% 이하의 양호한 값을 나타냄을 알 수 있다. 즉, 웨이퍼블럭의 온도는 샤크헤드의 클리닝 속도에 대한 주요 인자는 아니지만 샤크헤드 표면의 클리닝 균일도를 개선시키기 위한 중요한 요소임을 알 수 있다.
- <77> 본 발명에서 언급한 상기와 같은 메커니즘에 의거하여 실제 드라이 클리닝 조건은 샤크헤드 표면에 증착된 박막이 일예로 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 박막일 때 식각속도가 분당 1000 Å/min 전/후가 되도록 설정되도록 한다.
- <78> 프리코팅단계(S6)는, f<sub>0</sub>-g 구간에서 수행되는 것으로서, 본격적인 박막증착단계를 수행하기 이전에 반응용기(100) 내표면에 충분한 박막을 형성하는 것이며, 그 목적은 드라이클리닝 후 반응용기를 퍼지한 이후에 샤크헤드(40)나 웨이퍼블럭(20) 표면에서 제거되지 않고 남아있는 파티클을 단단히 고착시키기 위함과, 다음 패턴의 런(Run) 기판에서 증착속도가 제대로 나오게 하기 위함이다. 즉, 샤크헤드에 어느정도 증착이 된 후라야 기판상에서 정상적인 ALD 박막증착속도를 얻을 수 있다. 이러한 프리코팅은 기판(w) 상에 박막을 증착하는 속도보다 빠르게 수행되도록 한다. 이를 위하여 제1,2반응가스의 퍼지 시간을 짧게 하거나, 아니면 CVD 방식처럼 제1,2반응가스를 동시에 반응용기(100) 내부로 분사하여 이루어지게 한다. 이는 설비의 생산성 측면을 고려한 것이다.

- <79> 프리코팅단계(S6)는, 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판이 없는 상태에서 수행되는 제1프리코팅단계와, 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩시킨 상태에서 수행되는 제2프리코팅단계로 구성된다. 제1프리코팅단계와 제2프리코팅단계는 1회로 끝나거나 또는 반복할 수 있다. 제1프리

코팅단계를 통하여 웨이퍼블럭(20) 상에 적절하고 고른 두께의 박막이 증착되도록 함으로써, 웨이퍼블럭(20)에서 발생된 열이 기판에 잘 전달될 수 있도록 한다. 그러나 상기한 단계가 너무 길어도 안되는데 이는 웨이퍼블럭(20) 표면상에 너무 두꺼운 박막이 코팅되면 기판온도가 저하되기 때문이다. 그리고, 제2프리코팅단계를 통하여 샤큐헤드(40)에 충분한 박막이 코팅될 수 있도록 한다. 프리코팅단계(S5)가 수행된 이후에 상기한 박막증착단계(S1)를 반복 수행한다

<80>        도 15는 도 1 내지 도 3의 박막증착장치를 이용하여 수행하는 박막증착방법의 제2실시예를 그래프로 도시한 도면이다. 여기서, 제1실시예에서와 동일한 참조 부호는 동일 기능을 하는 동일 부재이다.

<81>        도면을 참조하면, 드라이클리닝단계에 있어, 샤큐헤드(40)와 웨이퍼블럭(20)에 동시에 RF 에너지가 인가되며, 이 경우 샤큐헤드(40)와 웨이퍼블럭(20)이 동시에 클리닝되므로 전체적인 드라이클리닝시간을 단축할 수 있다.

<82>        도 16은 도 1 내지 도 3의 박막증착장치를 이용하여 수행하는 박막증착방법의 제3실시예를 그래프로 도시한 도면이고, 도 17은 도 17의 박막증착단계에 있어서 샤큐헤드 및 웨이퍼블럭을 클리닝하는 플로우를 도시한 도면이다. 여기서, 제1실시예에서와 동일한 참조부호는 동일 기능을 가지는 동일 부재이다.

<83>        본원의 박막증착방법의 제3실시예는, 제1실시예에서와 동일한 기판로딩단계(S1), ALD 박막증착단계(S2), 기판언로딩단계(S3)를 순차적으로 수행한 후, 기판 언로딩후 웨이퍼블럭(20)의 온도를 박막증착시보다 낮은 임의의 온도로 하강하는 온도하강단계(S3.5)를 수행한다. 온도하강단계(S3.5)에서, 웨이퍼블럭의 온도를 공정온도에서 임의의 온도로 낮춘다.

<84> 다음, 샤큐헤드를 클리닝하는 일련의 단계와 웨이퍼블럭(20)을 클리닝하는 일련의 단계들을 수행한다. 즉, 샤큐헤드를 클리닝하기 위하여, 제1실시예에서 언급한 더미기판로딩단계(S4-1)와, 프리콘디셔닝단계(S4-2)와, 샤큐헤드클리닝단계(S4-3)와, 더미기판언로딩단계(S4-4)와, 반복단계(S4-5)를 수행하고, 이후 경우에 따라 웨이퍼블럭을 클리닝하기 위하여, 제1실시예에서 언급한 더미기판로딩단계(S4'-1), 프리콘디셔닝단계(S4'-2)와, 웨이퍼블럭클리닝단계(S4'-3')와, 더미기판언로딩단계(S4'-4)와, 반복단계(S4'-5)를 수행한다. 이후에, 웨이퍼블럭(20)의 온도를 박막증착시의 온도로 상승시키는 온도상승 및 반응용기퍼지단계(S5')를 수행한다. 온도상승 및 반응용기퍼지단계(S5')에서, 웨이퍼블럭의 온도는 400 °C 이하의 임의온도에서 470 °C 의 공정온도로 상승시킨다.

<85> 그리고, 샤큐헤드 및/또는 웨이퍼블럭이 클리닝되는 과정에서 발생된 부산물을 반응용기(100) 내표면에 고착시키는 프리코팅단계(S6)를 차례대로 수행한다.

<86> 여기서도, 제1실시예에서와 마찬가지로 다수의 가스커튼홀(33)을 통하여 불활성가스가 분사되는 동안 상기한 ALD 박막증착단계(S2)가 수행된다. 이때, 증착되는 ALD 박막은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>로 이루어지는 군들중 어느 하나이다.

<87> 또한 샤큐헤드의 클리닝은, 제1분사홀(21), 제2분사홀(22), 가스커튼홀(33) 중 어느 하나로 드라이 클리닝 가스가 분사되고 나머지 홀들로 불활성가스가 분사되는 상태에서 수행된다. 이때, 샤큐헤드(40)에 인가되는 RF 에너지는 300W 이상 4500W 이하이다.

<88> 한편, 샤큐헤드클리닝단계(S4-3)에 있어서, 샤큐헤드(40)의 온도가 과도하게 올라가지 않도록, 드라이클리닝시간이 길 경우 샤큐헤드(40)로 인가되는 RF 에너지를 불연속적으로 나누어 인가할 수도 있다.

<89> 또한, 웨이퍼블럭클리닝단계(S4'-3)가 샤큐헤드를 클리닝 한 이후에 수행되는 경우, 웨이퍼블럭(20) 상에 새로운 더미기판이 안착된 상태에서 실시된다. 이때, 웨이퍼블럭(20)에 인가되는 RF 에너지는 150W 이상 2000W 이하이다.

<90> 프리코팅단계(S6)는, 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판이 없는 상태에서 수행되는 제1프리코팅단계와 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩시킨 상태에서 수행되는 제2프리코팅단계로 구성된다.

<91> 상기한 클리닝 가스는 BC<sub>13</sub> 또는 불활성가스와 혼합된 BC<sub>13</sub> 가스이며, 불활성가스는 Ar 또는 N<sub>2</sub>로 이루어진 군에서 택일된다.

<92> BC<sub>13</sub>의 유량은 5sccm 이상 1000sccm이며, 불활성 가스의 총 유량은 5sccm 이상 1000sccm이며, 반응용기(100) 내부 압력은 2 Torr 이하로 유지되는 것이 바람직하다.

<93> 도 18은 도 1 내지 도 3의 박막증착장치를 이용하여 수행하는 박막증착방법의 제4실시예를 도시한 도면이다. 여기서, 제1실시예에서와 동일한 참조부호는 동일 기능을 가지는 동일 부재이다. 제4실시예에서는, 드라이클리닝단계에 있어, 샤큐헤드(40)와 웨이퍼블럭(20)에 동시에 RF 에너지가 인가되며, 이 경우 샤큐헤드(40)와 웨이퍼블럭(20)이 동시에 클리닝되므로 전체적인 드라이클리닝시간을 단축할 수 있다.

<94> 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

**【발명의 효과】**

<95> 상술한 바와 같이 본 발명에 따른 박막증착방법에 따르면, 종래에 열적인 드라이클리닝 방법으로 클리닝되지 않는  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{HfO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$  와 같은 박막을 반응용기를 열지 않고도 클리닝 하여 제거할 수 있으며, 더 나아가 효과적인 드라이클리닝을 가능하게 함으로써 전체적인 생산성을 높일 수 있다라는 효과가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

챔버(10) 내부에 위치되어 로딩된 기판(w)을 소정온도로 가열하는 웨이퍼블럭(20), 상기 챔버(10)를 덮어 밀봉하는 탑리드(30) 및 상기 탑리드(30)의 하부에 그 탑리드(30)와 절연되게 결합된 것으로서 상기 기판(w)들로 각각 제1반응가스와 제2반응가스를 분사하는 제1,2분사 홀(21)(22)들이 형성된 샤큐헤드(40)를 가지는 반응용기(100)와; 상기 샤큐헤드(40) 또는 상기 샤큐헤드(40) 및 상기 웨이퍼블럭(20)으로 RF 에너지를 인가하는 적어도 하나 이상의 RF 에너지 공급부(50)(60);를 포함하는 박막증착장치를 이용하는 것으로서,

상기 웨이퍼블럭(20) 상에 기판(w)을 로딩하는 기판로딩단계(S1);

상기 기판 로딩후 상기 기판(w) 상에 ALD 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2);

상기 ALD 박막이 증착된 기판(w)을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩하는 기판언로딩단계(S3);

상기 기판 언로딩후 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩하는 더미기판로딩단계(S4-1);

상기 더미기판 로딩후 불활성 가스 단독 내지는, 혼합된 불활성가스와 클리닝 가스를 상기 반응용기(100)로 유입시켜 그 반응용기(100) 내부 공간의 가스 유속 및 압력을 안정화시키는 프리콘디셔닝단계(S4-2);

상기 가스 유속 및 압력이 안정화된 이후 상기 샤큐헤드(40)에 RF 에너지를 인가하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 상기 샤큐헤드(40) 표면에 적층된 박막을 집중적으로 제거하는 샤큐헤드클리닝단계(S4-3);

상기 샤워헤드클리닝단계(S4-3) 이후 상기 더미기판을 상기 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩시키는 더미기판언로딩단계(S4-4);

상기 더미기판로딩단계(S4-1)에서 더미기판언로딩단계(S4-4) 사이의 순차적인 단계를 적어도 1회 이상 수행하되, 새로운 더미기판을 이용하여 수행하는 반복단계(S4-5);

클리닝 완료후 상기 반응용기(100) 내부를 불활성가스로 퍼지하는 반응용기퍼지단계(S5);를 포함하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

### 【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 탑리드(30) 또는 상기 샤워헤드(40)의 측부에는 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스를 분사하는 다수의 가스커튼홀(33)이 형성되어 있고,

상기 ALD 박막증착단계(S2)는, 상기 가스커튼홀(33)로 불활성가스가 분사되어 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스커튼이 형성되는 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법

### 【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 탑리드(30) 또는 상기 샤워헤드(40)의 측부에는 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스를 분사하는 다수의 가스커튼홀(33)이 형성되어 있고,

상기 샤워헤드클리닝단계(S4-3)는, 상기 제1분사홀(21), 제2분사홀(22), 상기 가스커튼홀(33) 중 어느 하나로 드라이 클리닝 가스가 분사되고 나머지 홀들로 불활성가스가 분사되는 상태에서 수행되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 4】**

제1항에 있어서,

상기 샤큐헤드클리닝단계(S4-3)에 있어서, 상기 샤큐헤드(40)의 온도가 과도하게 올라가지 않도록, 상기 샤큐헤드(40)로 인가되는 RF 에너지를 불연속적으로 나누어 인가하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 5】**

제1항에 있어서,

상기 샤큐헤드(40)에 인가되는 RF 에너지는 300W 이상 4500W 이하인 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 6】**

제1항에 있어서,

상기 샤큐헤드를 클리닝하는 동안에 또는 샤큐헤드를 클리닝한 이후에 수행되는 것으로서, 상기 웨이퍼블럭(20)에 RF 에너지를 인가하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 상기 웨이퍼블럭(20) 표면에 적층된 박막을 집중적으로 클리닝하는 웨이퍼블럭클리닝단계(S4'-3)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 7】**

제6항에 있어서,

상기 웨이퍼블럭클리닝단계(S4'-3)가 상기 샤큐헤드를 클리닝 한 이후에 수행되는 경우, 상기 웨이퍼블럭(20) 상에 새로운 더미기판이 안착된 후 실시되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 8】**

제6항에 있어서,

상기 웨이퍼블럭(20)에 인가되는 RF 에너지는 150W 이상 2000W 이하인 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 9】**

제1항 내지 제6항중 어느 한 항에 있어서,

상기 샤큐헤드 및/또는 웨이퍼블럭이 클리닝되는 과정에서 발생된 부산물을 반응용기(100) 내표면에 고착시키는 프리코팅단계(S6)를 더 포함하며, 상기 프리코팅단계(S6)는 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판이 없는 상태에서 수행되는 제1프리코팅단계와 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩시킨 상태에서 수행되는 제2프리코팅단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 10】**

제1항에 있어서,

증착되는 상기 ALD 박막은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>로 이루어지는 군들중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 11】**

제1항에 있어서,

상기 클리닝 가스는 BC<sub>l</sub><sub>3</sub> 또는 불활성가스와 혼합된 BC<sub>l</sub><sub>3</sub> 가스이며, 상기 불활성가스는 Ar 또는 N<sub>2</sub>로 이루어진 군에서 택일되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 12】**

제11항에 있어서,

상기  $\text{BCl}_3$  의 유량은 5sccm 이상 1000sccm 이며, 불활성 가스의 총 유량은 5sccm 이상 1000sccm 이며, 상기 반응용기(100) 내부 압력은 2 Torr 이하로 유지되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 13】**

챔버(10) 내부에 위치되어 로딩된 기판(w)을 소정온도로 가열하는 웨이퍼블럭(20), 상기 챔버(10)를 덮어 밀봉하는 탑리드(30), 상기 탑리드(30)의 하부에 그 탑리드(30)와 절연되게 결합된 것으로서 상기 기판(w)들로 각각 제1반응가스와 제2반응가스를 분사하는 제1,2분사홀(21)(22)들이 형성된 샤크워헤드(40)를 가지는 반응용기(100)와; 상기 샤크워헤드(40) 또는 상기 샤크워헤드(40) 및 상기 웨이퍼블럭(20)으로 RF 에너지를 인가하는 적어도 하나 이상의 RF 에너지공급부(50)(60);를 포함하는 박막증착장치를 이용하는 것으로서,

상기 웨이퍼블럭(20) 상에 기판(w)을 로딩하는 기판로딩단계(S1);

상기 기판 로딩후 상기 기판(w) 상에 ALD 박막을 증착하는 ALD 박막증착단계(S2);

상기 ALD 박막이 증착된 기판(w)을 웨이퍼블럭(20)에서 언로딩하는 기판언로딩단계(S3);

상기 기판 언로딩후 상기 웨이퍼블럭(20)의 온도를 박막증착시보다 낮은 임의의 온도로 하강하는 온도하강단계(S3.5);

임의의 온도로 하강된 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩하는 더미기판로딩단계(S4-1);

상기 더미기판 로딩후 불활성 가스 단독 내지는, 혼합된 불활성가스와 클리닝 가스를 상기 반응용기(100)로 유입시켜 그 반응용기(100) 내부 공간의 가스 유속 및 압력을 안정화시키는 프리콘디셔닝단계(S4-2);

상기 가스 유속 및 압력이 안정화된 이후 상기 샤워헤드(40)에 RF 에너지를 인가하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된 클리닝가스에 의하여 상기 샤워헤드(40) 표면에 적층된 박막을 집중적으로 제거하는 샤워헤드클리닝단계(S4-3);

상기 샤워헤드클리닝단계(S4-3) 이후 상기 더미기판을 상기 웨이퍼블럭(20)에서 연로딩시키는 더미기판언로딩단계(S4-4);

상기 더미기판로딩단계(S4-1)에서 더미기판언로딩단계(S4-4) 사이의 순차적인 단계를 적어도 1회 이상 수행하되, 새로운 더미기판을 이용하여 수행하는 반복단계(S4-5);

클리닝 완료후 상기 반응용기(100) 내부를 불활성가스로 펴지하면서 상기 웨이퍼블럭(20)의 온도를 박막증착시의 온도로 상승시키는 온도상승 및 반응용기폐지단계(S5')를 포함하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

#### 【청구항 14】

제13항에 있어서,

상기 탑리드(30) 또는 상기 샤워헤드(40)의 측부에는 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스를 분사하는 다수의 가스커튼홀(33)이 형성되어 있고,

상기 ALD 박막증착단계(S2)는, 상기 가스커튼홀(33)로 불활성가스가 분사되어 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스커튼이 형성되는 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법

**【청구항 15】**

제13항에 있어서,

상기 탑리드(30) 또는 상기 샤워헤드(40)의 측부에는 상기 반응용기(100) 내측벽으로 불활성가스를 분사하는 다수의 가스커튼홀(33)이 형성되어 있고,

상기 샤워헤드클리닝단계(S4-3)는, 상기 제1분사홀(21), 제2분사홀(22), 상기 가스커튼홀(33) 중 어느 하나로 드라이 클리닝 가스가 분사되고 나머지 홀들로 불활성가스가 분사되는 상태에서 수행되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 16】**

제13항에 있어서,

상기 샤워헤드클리닝단계(S4-3)에 있어서, 상기 샤워헤드(40)의 온도가 과도하게 올라가지 않도록, 상기 샤워헤드(40)로 인가되는 RF 에너지를 불연속적으로 나누어 인가하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 17】**

제13항에 있어서,

상기 샤워헤드(40)에 인가되는 RF 에너지는 300W 이상 4500W 이하인 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 18】**

제13항에 있어서,

상기 샤워헤드를 클리닝하는 동안에 또는 샤워헤드를 클리닝한 이후에 수행되는 것으로서, 상기 웨이퍼블럭(20)에 RF 에너지를 인가하여 클리닝가스를 활성화시킴으로써 그 활성화된

클리닝가스에 의하여 상기 웨이퍼블럭(20) 표면에 적층된 박막을 집중적으로 클리닝하는 웨이퍼블럭클리닝단계(S4'-3)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

#### 【청구항 19】

제18항에 있어서,

상기 웨이퍼블럭클리닝단계(S4'-3)가 상기 샤큐헤드를 클리닝 한 이후에 수행되는 경우, 상기 웨이퍼블럭(20) 상에 새로운 더미기판이 안착된 후 실시되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

#### 【청구항 20】

제18항에 있어서,

상기 웨이퍼블럭(20)에 인가되는 RF 에너지는 150W 이상 2000W 이하인 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

#### 【청구항 21】

제13항 내지 제18항중 어느 한 항에 있어서,

상기 샤큐헤드 및/또는 웨이퍼블럭이 클리닝되는 과정에서 발생된 부산물을 반응용기(100) 내표면에 고착시키는 프리코팅단계(S6)를 더 포함하며, 상기 프리코팅단계(S6)는 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판이 없는 상태에서 수행되는 제1프리코팅단계와 상기 웨이퍼블럭(20)상에 더미기판을 로딩시킨 상태에서 수행되는 제2프리코팅단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 22】**

제13항에 있어서,

증착되는 상기 ALD 박막은 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, HfO<sub>2</sub>, ZrO<sub>2</sub>로 이루어지는 군들중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

**【청구항 23】**

제13항에 있어서,

상기 클리닝 가스는 BCl<sub>3</sub> 또는 불활성가스와 혼합된 BC<sub>3</sub> 가스이며, 상기 불활성가스는 Ar 또는 N<sub>2</sub>로 이루어진 군에서 택일되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

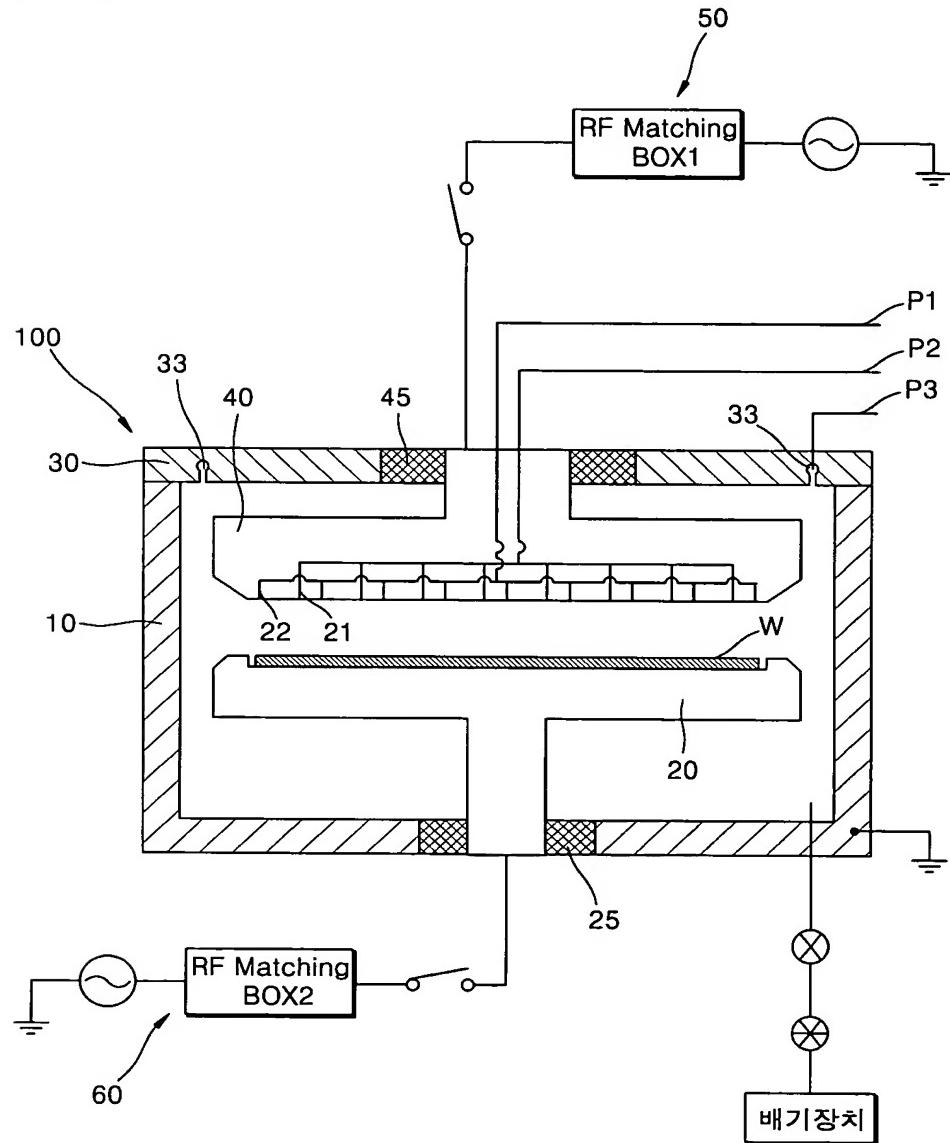
**【청구항 24】**

제23항에 있어서,

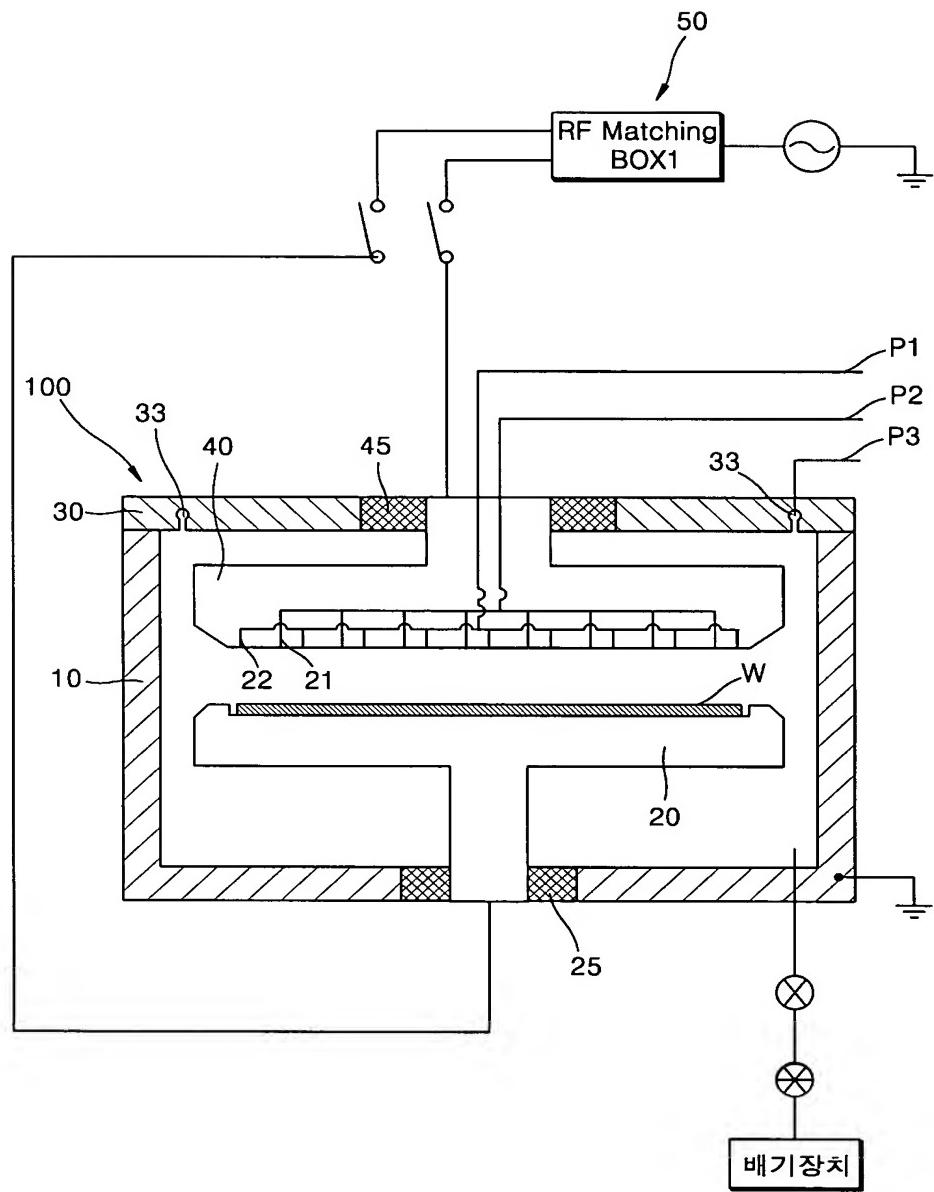
상기 BC<sub>3</sub>의 유량은 5sccm 이상 1000sccm이며, 불활성 가스의 총 유량은 5sccm 이상 1000sccm이며, 상기 반응용기(100) 내부 압력은 2 Torr 이하로 유지되는 것을 특징으로 하는 ALD 박막증착방법.

## 【도면】

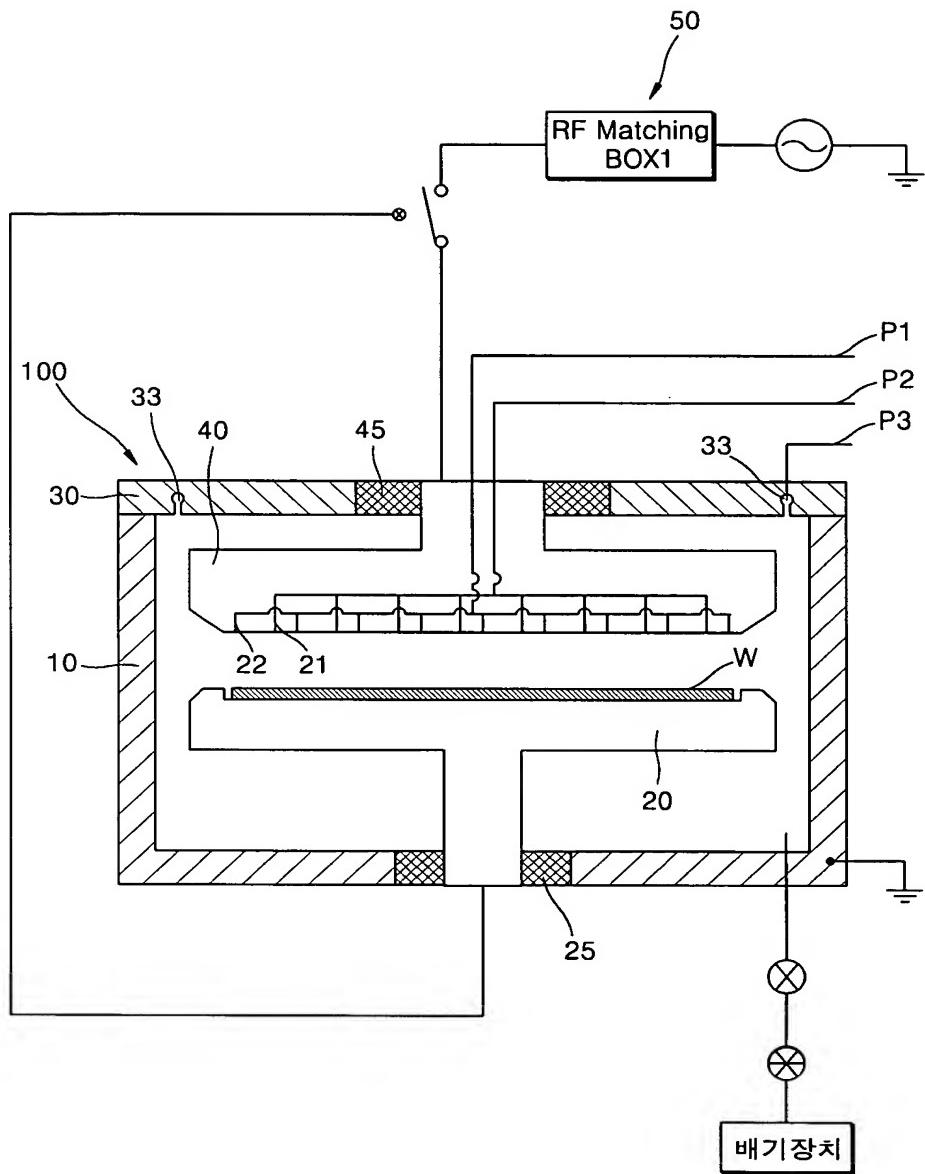
【도 1】



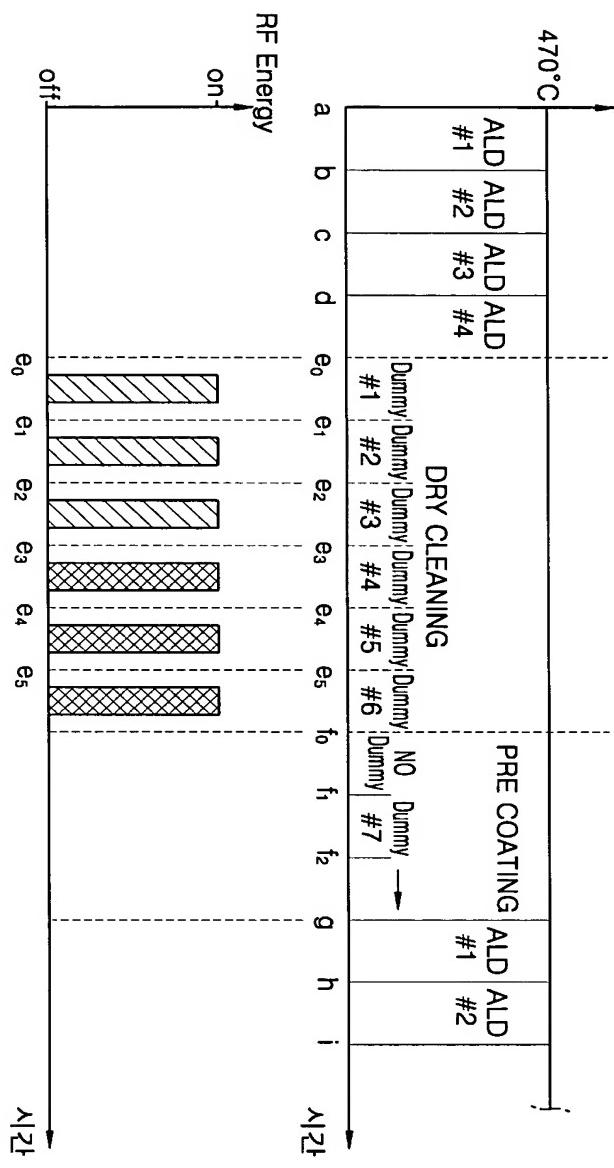
## 【도 2】



【도 3】

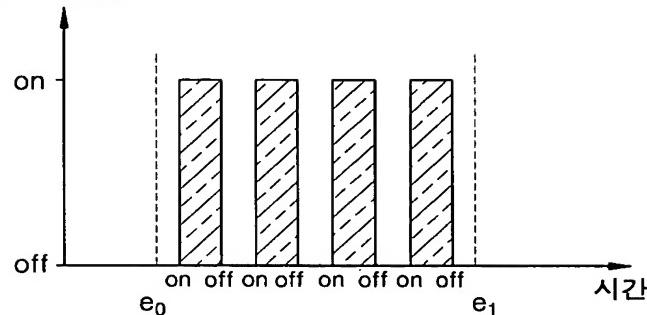


## 【H 4】

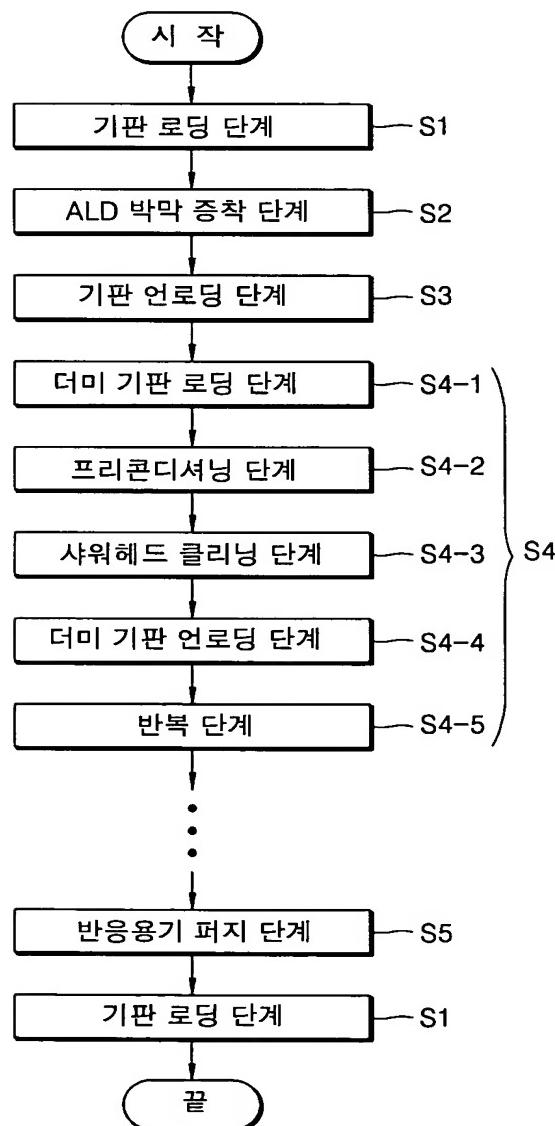


## 【도 5】

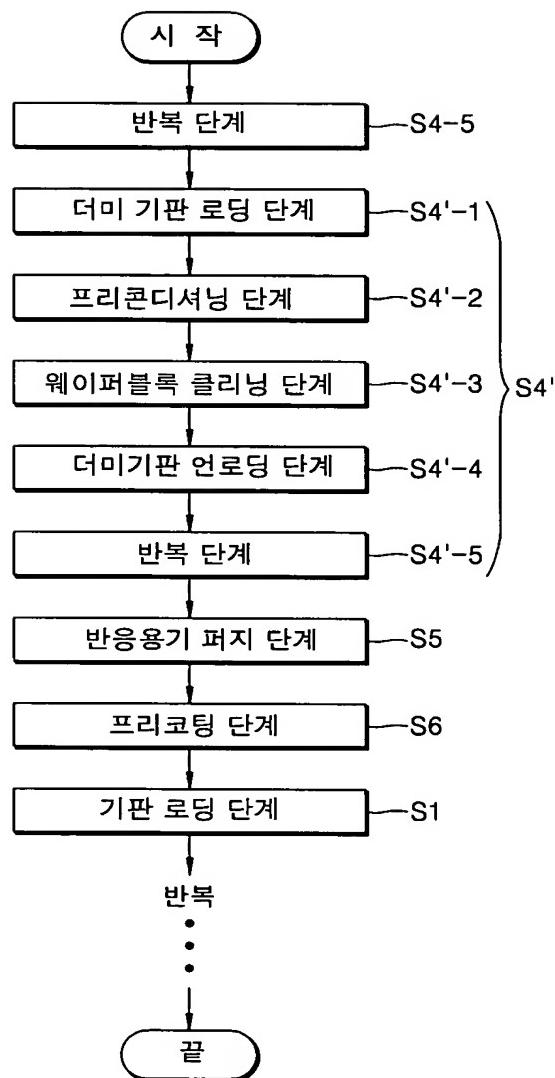
RF Energy



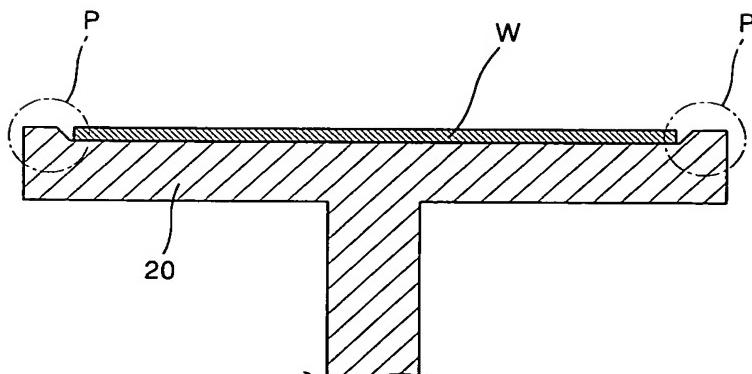
## 【도 6】



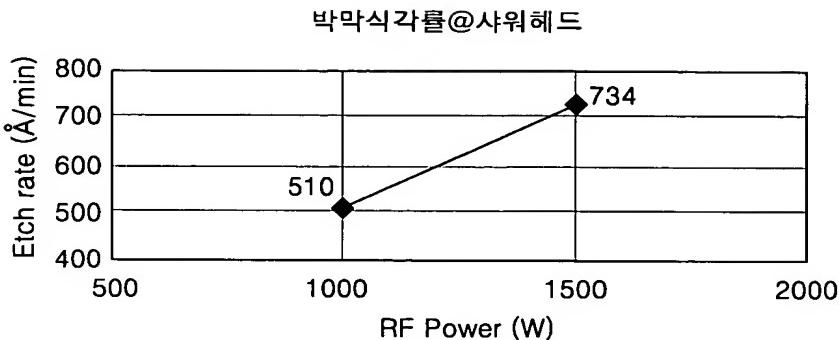
### 【도 7】



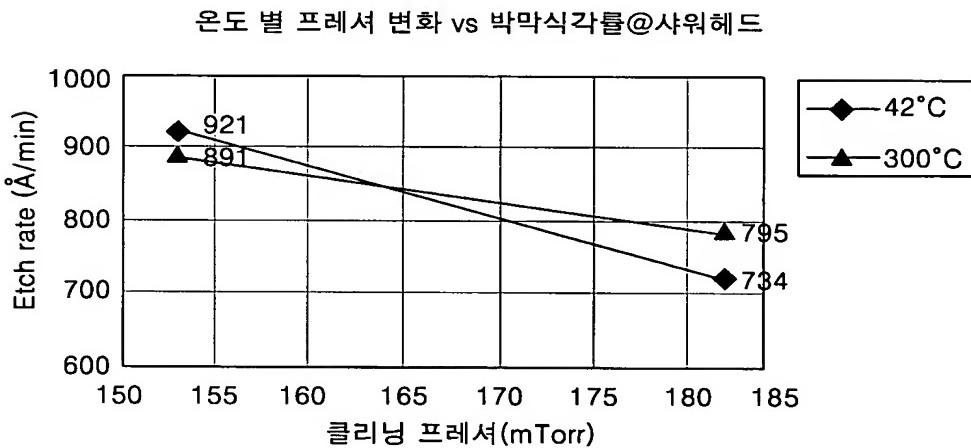
【도 8】



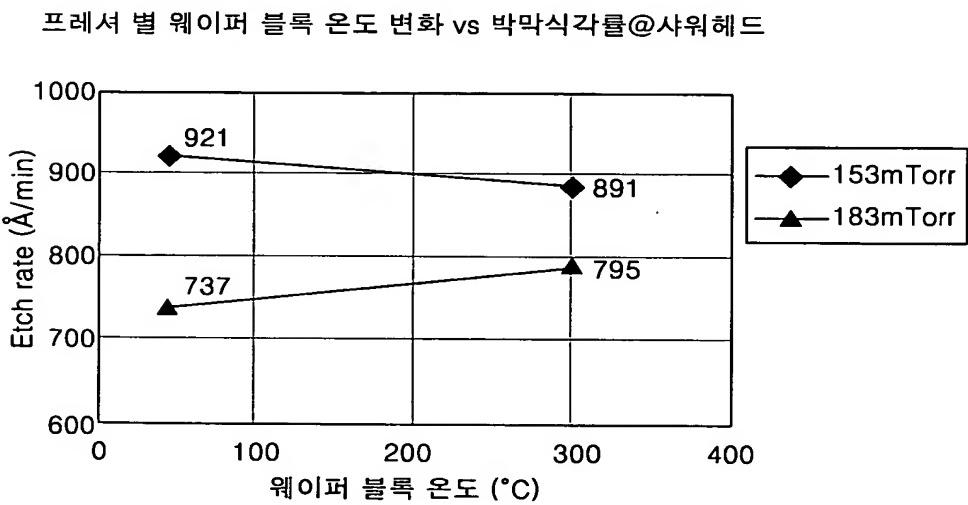
【도 9】



【도 10】

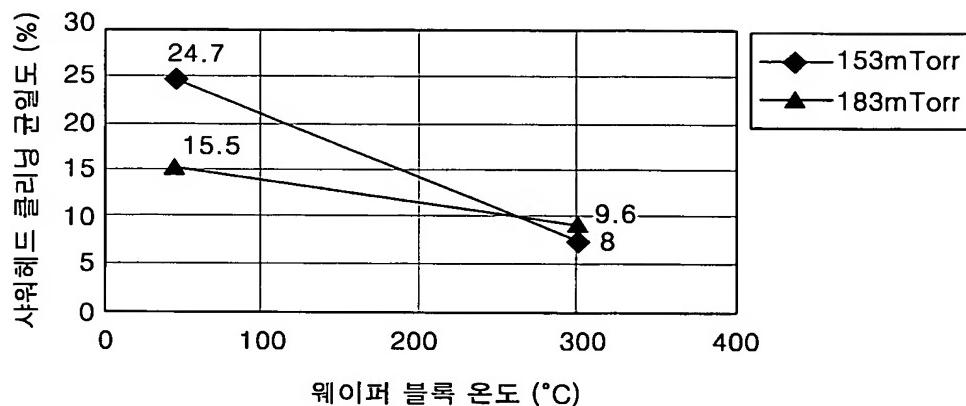


【도 11】



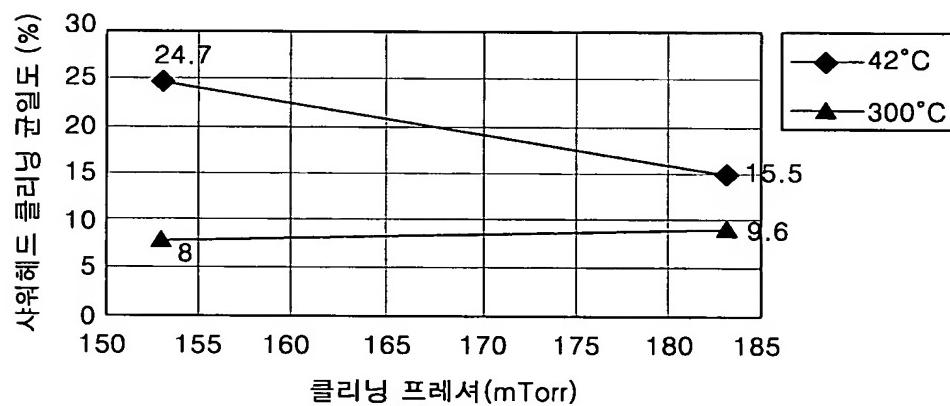
## 【도 12】

프레셔 별 웨이퍼 블록 온도 변화 vs 샤워헤드 클리닝 균일도 (%)



## 【도 13】

웨이퍼 블록 온도 별 프레셔 vs 샤워헤드 클리닝 균일도 (%)

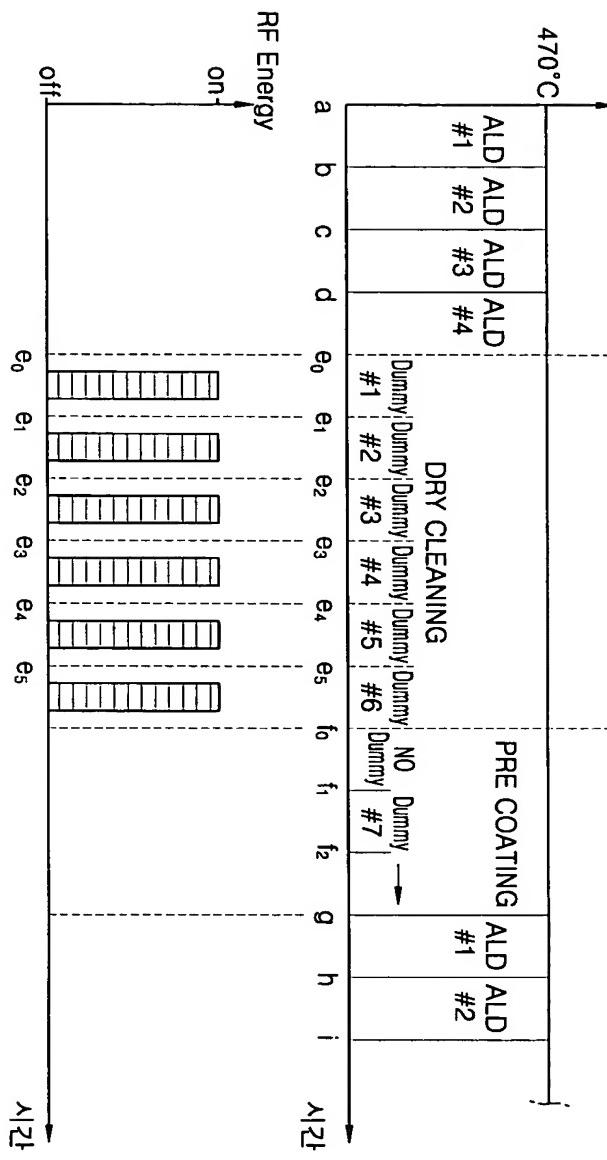


## 【도 14】

| 웨이퍼 블록 온도 (°C)/<br>프레셔 (mTorr) | 183                 | 153                 |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|
| 42                             | 734Å/min<br>± 15.5% | 921Å/min<br>± 24.7% |
| 300                            | 795Å/min<br>± 9.6%  | 891Å/min<br>± 8.0%  |

- a) 183mTorr 조건 : BCI3(70sccm), Ar(30sccm), 1.5KW  
 b) 153mTorr 조건 : BCI3(50sccm), Ar(20sccm), 1.5KW

【부 15】



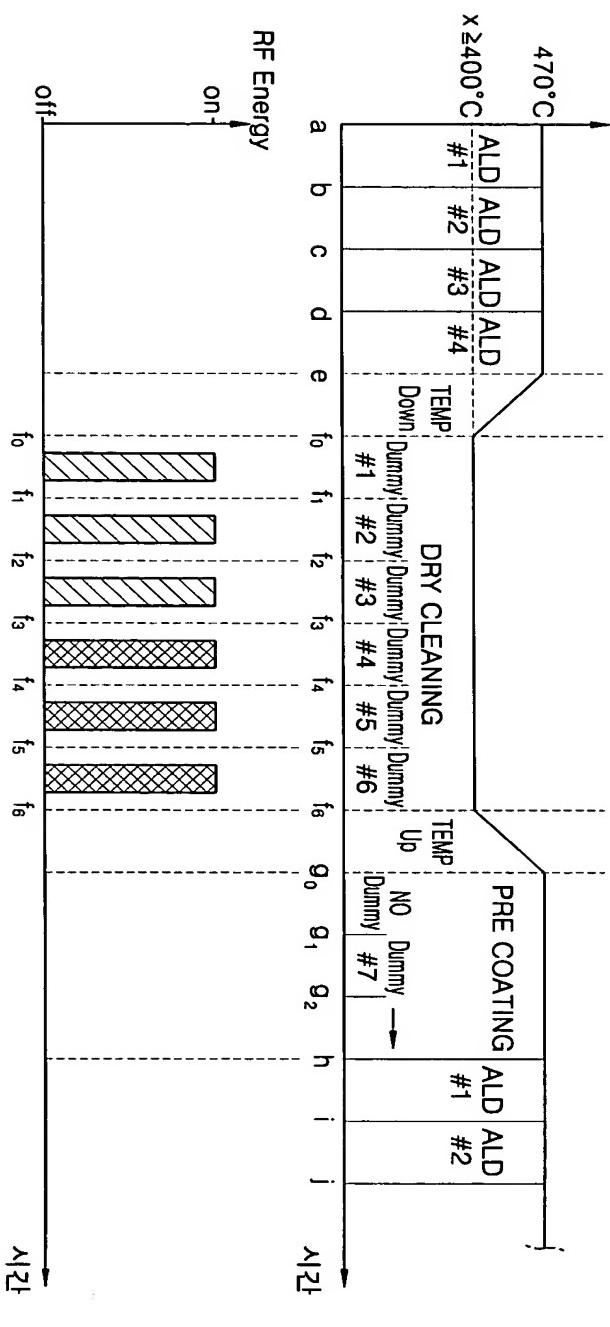
■ : 사워헤드와 웨이퍼 블럭에  
— : RF 전원 동시 인가



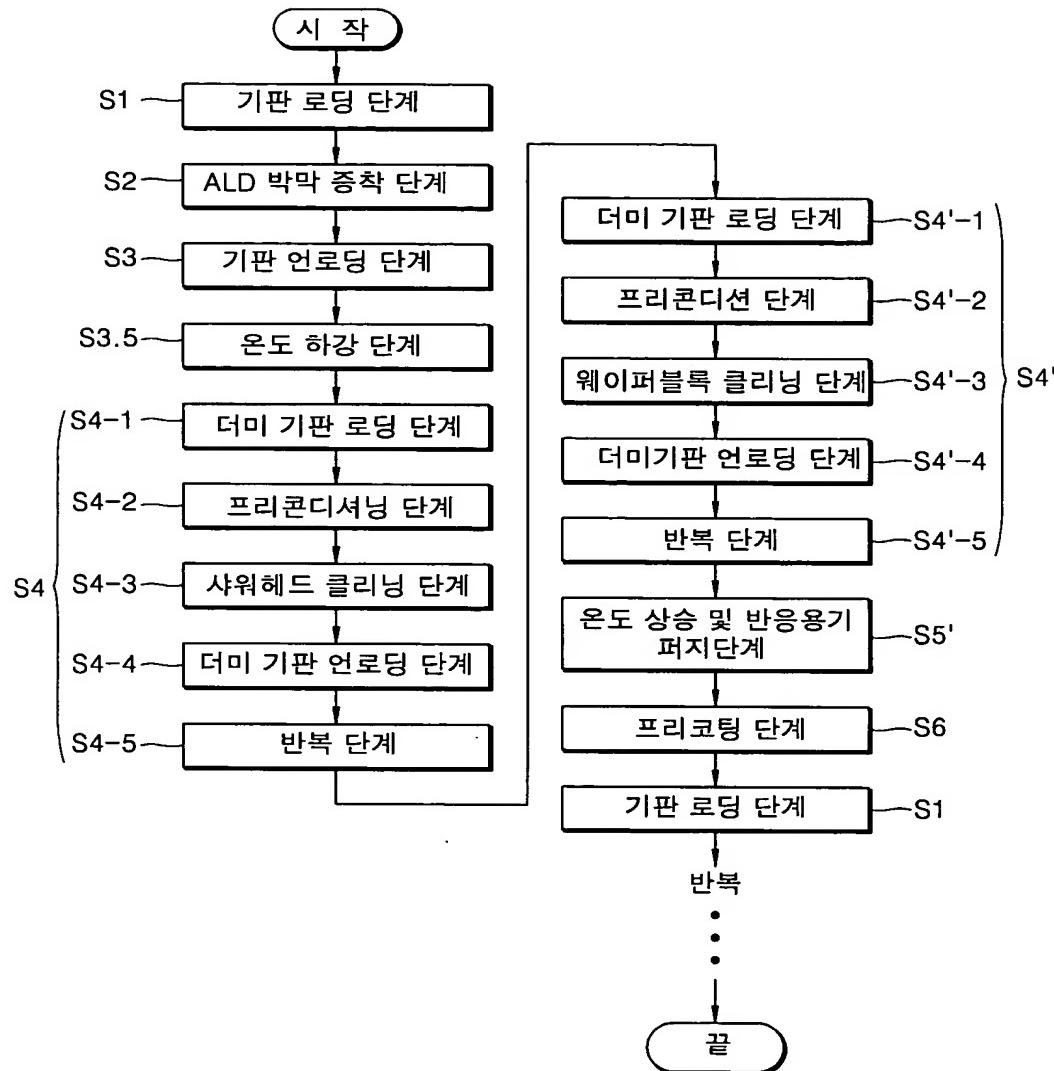
1020030015718

수령 일자: 2003/12/30

【도 16】



【도 17】



【도 18】

